

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002472

International filing date: 17 February 2005 (17.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-076594
Filing date: 17 March 2004 (17.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 14 April 2005 (14.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

21.02.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 3 月 1 7 日
Date of Application:

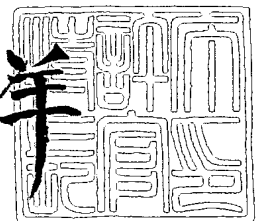
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 7 6 5 9 4
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 7 6 5 9 4]

出 願 人 三 菱 電 機 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 5 年 3 月 3 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願
【整理番号】 549423JP01
【提出日】 平成16年 3月17日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G01L 3/10
B62D 5/04
G01L 5/22

【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内
【氏名】 吉桑 義雄

【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内
【氏名】 今城 昭彦

【特許出願人】
【識別番号】 000006013
【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】
【識別番号】 100073759
【弁理士】
【氏名又は名称】 大岩 増雄

【選任した代理人】
【識別番号】 100093562
【弁理士】
【氏名又は名称】 児玉 俊英

【選任した代理人】
【識別番号】 100088199
【弁理士】
【氏名又は名称】 竹中 岑生

【選任した代理人】
【識別番号】 100094916
【弁理士】
【氏名又は名称】 村上 啓吾

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 035264
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

共通軸線上に第 1 回転軸と第 2 回転軸を配置し、これらの第 1 回転軸と第 2 回転軸とをトーションバーにより結合し、前記第 1 回転軸と第 2 回転軸との間に与えられる振りトルクを検出するトルクセンサであって、前記共通軸線を中心とした径方向に磁場を発生する磁場発生手段と、前記磁場発生手段から前記共通軸線に沿って流れる検出磁束の方向と大きさを前記第 1 回転軸と第 2 回転軸との相対回転に応じて変化させる磁場変化手段と、前記検出磁束を検出する磁気センサとを備え、前記磁気センサが、前記検出磁束の方向に応じて極性が変化し、また前記検出磁束の大きさに応じて大きさが変化する出力信号を発生することを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 2】

請求項 1 記載のトルクセンサであって、前記磁場発生手段として、前記共通軸線の周りに少なくとも 1 つのリング状の永久磁石を配置し、前記共通軸線を中心とした径方向に前記永久磁石を着磁したことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 3】

請求項 1 記載のトルクセンサであって、前記磁場発生手段として、複数個の永久磁石板を前記共通軸線の周りに配置し、これらの永久磁石板により前記磁場を発生することを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 4】

請求項 1 記載のトルクセンサであって、前記第 2 回転軸とともに回転する外周筒を備え、前記磁場変化手段が複数の磁場変化手段を有し、これらの複数の磁場変化手段が前記外周筒の内周に前記共通軸線に沿って配置されたことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 5】

請求項 4 記載のトルクセンサであって、前記外周筒が前記共通軸線に沿って配置された第 1 外周筒と第 2 外周筒とを有し、これらの第 1 外周筒と第 2 外周筒が、それらの間に前記検出磁束を流すように構成され、この検出磁束が通るように前記磁気センサが配置されたことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 6】

請求項 5 記載のトルクセンサであって、前記第 1 外周筒の内周に第 1 磁場変化手段と第 3 磁場変化手段が配置され、また前記第 2 外周筒の内周に第 2 磁場変化手段と第 4 磁場変化手段が配置されたことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 7】

請求項 6 記載のトルクセンサであって、前記第 1、第 2、第 3、第 4 磁場変化手段のそれぞれが、前記第 1 回転軸とともに回転する内周磁極と、この内周磁極に対向する外周磁極とを有し、前記第 1、第 3 磁場変化手段の各外周磁極が前記第 1 外周筒の内周面に、また前記第 2、第 4 磁場変化手段の各外周磁極が前記第 2 外周筒の内周面にそれぞれ配置されたことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 8】

請求項 6 記載のトルクセンサであって、前記第 1 外周筒と第 2 外周筒の内周にそれぞれ前記共通軸線に対して所定角度傾斜した方向に延長される第 1 傾斜磁極板と第 2 傾斜磁極板が配置され、前記第 1 傾斜磁極板を用いて前記第 1 磁場変化手段と第 3 磁場変化手段が構成され、前記第 2 傾斜磁極板を用いて前記第 2 磁場変化手段と第 4 磁場変化手段が構成されることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 9】

請求項 5 記載のトルクセンサであって、前記磁気センサは前記第 1 外周筒および第 2 外周筒が回転しても動かないように固定されていることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 10】

請求項 1 記載のトルクセンサであって、第 1、第 2 の磁気センサを備え、これらの磁気センサのそれぞれが前記磁場発生手段から前記共通軸線に沿って流れる検出磁束を検出し、その検出磁束の方向に応じて極性が変化し、またその検出磁束の大きさに応じて大きさ

が変化する出力信号を発生することを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 1 1】

請求項 1 記載のトルクセンサであって、前記磁気センサの出力信号に基づき、前記振りトルクに加え、前記第 2 回転軸の回転角度をも検出することを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 1 2】

請求項 1 記載のトルクセンサであって、第 1、第 2 の磁気センサを備え、各磁気センサのそれぞれが前記磁場発生手段から前記共通軸線に沿って流れる検出磁束を検出するときに、前記第 1 の磁気センサが前記第 2 回転軸の回転に伴ない周期的に変化する第 1 信号成分を含み、前記第 2 の磁気センサが前記第 2 回転軸の回転に伴ない前記第 1 信号成分と逆相の第 2 信号成分を含むことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 1 3】

請求項 1 記載のトルクセンサであって、さらに前記第 2 回転軸の回転角度を検出する回転角度検出手段を備えたことを特徴とするトルクセンサ。

【書類名】明細書

【発明の名称】トルクセンサ

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば自動車のステアリングトルクを検出するのに使用されるトルクセンサに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来のトルクセンサとして、例えば特開2002-310819号公報に開示されたトルクセンサが知られている。このトルクセンサは、軸方向に対向する2つのリングを有し、これらの2つのリングの対向する周面にそれぞれ凹凸を形成し、これらの凹凸が互いに対向するように構成したものである。各リングの間には、磁気回路が形成され、この磁気回路を通る磁束を検出するホール素子が配置される。

【0003】

与えられる振りトルクの大きさに応じて2つのリングが相対的に回転すると、各リングの凹凸面の対向状態が変化し、それらの間の磁気抵抗が変化して、ホール素子の出力が変化する。このホール素子の出力から与えられたトルクの大きさを検出できる。

【0004】

【特許文献1】特開2002-310819号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、従来のトルクセンサでは、製造誤差によって2つのリングの中心がずれて傾いた場合には、磁気抵抗が設計時と異なるため磁束量が変化し、センサ出力値が変化するという問題があった。また従来のトルクセンサは、ホール素子を通過する磁束の向きが常に一定であるため、センサ出力の極性が一定のユニポーラ型となり、製造誤差によって、トルクが働かない状態でのセンサ出力値のばらつき、校正が困難という問題があった。

【0006】

この発明は、このような課題を改善することのできる改良されたトルクセンサを提案するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明によるトルクセンサは、共通軸線上に第1回転軸と第2回転軸を配置し、これらの第1回転軸と第2回転軸とをトーションバーにより結合し、前記第1回転軸と第2回転軸との間に与えられる振りトルクを検出するトルクセンサであって、前記共通軸線を中心とした径方向に磁場を発生する磁場発生手段と、前記磁場発生手段から前記共通軸線に沿って流れる検出磁束の方向と大きさを前記第1回転軸と第2回転軸との相対回転に応じて変化させる磁場変化手段と、前記検出磁束を検出する磁気センサとを備え、前記磁気センサが、前記検出磁束の方向に応じて極性が変化し、また前記検出磁束の大きさに応じて大きさが変化する出力信号を発生することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

この発明によるトルクセンサは、共通軸線の径方向に磁場を発生する磁場発生手段を用い、振りトルクによる第1回転軸と第2回転軸の相対回転に応じて、共通軸線に沿って流れる検出磁束の方向と大きさを磁場変化手段により変化させ、その検出磁束を磁気センサで検出することを特徴としている。このような構成にすることによって、バイポーラ出力のトルクセンサを得ることができる。また製造誤差等によって第1回転軸と第2回転軸が平行にずれたり、傾いたりした場合でも、センサ出力に対する影響を小さくできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、この発明によるトルクセンサのいくつかの実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0010】

実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1によるトルクセンサを示し、図1(a)は正面図、図1(b)は断面図である。図1(a)は実施の形態1のトルクセンサを軸線方向に見た正面図であるが、その一部の部品は図面を見やすくするために省略されている。図1(b)は、実施の形態1のトルクセンサを、軸線を含む平面で切断した断面図である。図2は実施の形態1によるトルクセンサの側面図である。

【0011】

この実施の形態1のトルクセンサは、第1回転軸1と、第2回転軸2と、内周筒3と、ベース板4とトーションバー5と、磁場発生手段6と、外周筒12と、磁場変化手段30と、磁気センサ15とを備えている。

【0012】

この発明のトルクセンサは第1回転軸1と第2回転軸2との間に働く振りトルクを検出するセンサである。第1、第2回転軸1、2は、互いに共通な共通軸線L-L上に回転可能に配置される。第1、第2回転軸1、2の間には、内周筒3、ベース板4、トーションバー5、磁場発生手段6、外周筒12、および磁場変化手段30が配置される。内周筒3は、共通軸線L-Lを中心としてその周りに配置された円筒体であり、鉄材などの磁性材料で構成される。この内周筒3は、その一端が第1回転軸1に結合され、第1回転軸1とともに共通軸線L-Lの周りを回転する。

【0013】

ベース板4は第2回転軸2一端に結合された円板であり、第2回転軸2とともに共通軸線L-Lの周りを回転する。トーションバー5は、内周筒3の内部に配置され、共通軸線L-Lに沿って延長される。このトーションバー5の一端は内周筒3に結合され、またその他端はベース板4の中心部に結合され、その結果、トーションバー5が内周筒3とベース板4とを連結する。内周筒3の振り剛性はトーションバー5の振り剛性と比べて十分大きいので、第1回転軸1と第2回転軸2との間に振りトルクを与えると、そのトルクの大さに応じてトーションバー5が共通軸線L-Lの周りで振られ、第1回転軸1と第2回転軸2とが、共通軸線L-Lの周りで相対的に回転する。

【0014】

外周筒12は、内周筒3を取り囲むように配置された円筒体である。この外周筒12は、共通軸線L-Lを中心としてその周りに配置され、一端がベース板4に結合され、このベース板4とともに共通軸線L-Lの周りを回転する。この外周筒12は、第1外周筒12aと、第2外周筒12bと、これらの外周筒12a、12bを互いに連結する連結体13とにより構成される。外周筒12a、12bは鉄材などの磁性材料で構成され、連結体13はアルミニウムなどの非磁性材料で構成される。連結体13はほぼ円筒状に作られるが、図2に示すように、円筒状の一部分の空隙部を有し、この空隙部には外周筒12a、12bの突出部12c、12dが互いに共通軸線L-Lの方向に対向していて、これらの突出部12c、12dの間に、磁気センサ15が配置される。この実施の形態1では、磁気センサ15は外周筒12とともに回転するように、設置される。

【0015】

内周筒3と外周筒12との間に、磁場発生手段6と、磁場変化手段30とが配置される。磁場発生手段6は、この実施の形態1では、リング状の永久磁石であり、内周筒3の外周の中央部に配置される。この磁場発生手段6は内周筒3の外周面に嵌め込まれて内周筒3に固定され、内周筒3とともに回転する。磁場発生手段6は、共通軸線L-Lの半径方向に着磁されており、例えばその内周側がS極、外周側がN極となっている。

【0016】

磁場発生手段6の外周には、中間筒8が配置される。この中間筒8は共通軸線L-Lを中心としてその周りに配置された円筒体であり、鉄材などの磁性材料で構成され、磁場発

生手段6の外周に嵌め込まれて、内周筒3とともに回転する。磁場発生手段6の上下両側には、非磁性のスペーシング7、7が配置される。このスペーシング7、7は、例えばアルミニウムなどの非磁性材で構成され、磁場発生手段6からの磁束を効率的に半径方向に集中させ、内周筒3および中間筒8に与える。この非磁性のスペーシング7、7は、内周筒3と中間筒8との間に嵌め込まれ、内周筒3とともに共通軸線L-Lの周りを回転する。

【0017】

内周筒3と外周筒12との間には、磁場発生手段6、中間筒8、スペーシング7、7とともに、磁場変化手段30が配置される。この磁場変化手段30は、第1磁場変化手段31と、第2磁場変化手段32と、第3磁場変化手段33と、第4磁場変化手段34とを含む。これらの各磁場変化手段31から34は、共通軸線L-Lに沿って配置されている。第1、第2磁場変化手段31、32は中間筒8の外周に配置され、第1磁場変化手段31は中間筒8の上端部に、また第2磁場変化手段32はその下端部にそれぞれ配置される。第3、第4磁場変化手段33、34は、第1、第2磁場変化手段31、32の外側に配置され、第3磁場変化手段33は内周筒3の上端部の外周に、また第4磁場変化手段34は内周筒3の下端部の外周にそれぞれ配置される。

【0018】

第1から第4磁場変化手段31、32、33、34は、それぞれ共通軸線L-Lの周りに配置された複数の突出磁極により構成される。第1磁場変化手段31は、中間筒8の外周に配置された内周磁極11aと、この内周磁極11aの外周にあつて第1外周筒12aの内周に配置された外周磁極14aとによって構成される。これらの磁極11a、14aは、共通軸線L-Lの方向にはほぼ同じ位置にあり、共通軸線L-Lを中心とする半径方向に空隙を介して互いに対向し、それらの対向状態の変化に応じて空隙を通る磁束を変化させる。第2磁場変化手段32は、中間筒8の外周に配置された内周磁極11bと、この内周磁極11bの外周にあつて第2外周筒12bの内周に配置された外周磁極14bとによって構成される。これらの磁極11b、14bも、共通軸線L-Lの方向にはほぼ同じ位置にあり、共通軸線L-Lを中心とする半径方向に空隙を介して互いに対向し、それらの対向状態の変化に応じて空隙を通る磁束を変化させる。

【0019】

第3磁場変化手段33は、内周筒3の上端部に嵌め込まれたリング状鉄心9の外周に配置された内周磁極11cと、この内周磁極11cの外周にあつて第1外周筒12aの内周に配置された外周磁極14cとによって構成される。これらの磁極11c、14cは、共通軸線L-Lの方向にはほぼ同じ位置にあり、共通軸線L-Lを中心とする半径方向に空隙を介して互いに対向し、それらの対向状態の変化に応じて空隙を通る磁束を変化させる。第4磁場変化手段34は、内周筒3の下端部に嵌め込まれたリング状鉄心10の外周に配置された内周磁極11dと、この内周磁極11dの外周にあつて第2外周筒12bの内周に配置された外周磁極14dとによって構成される。これらの磁極11d、14dも、共通軸線L-Lの方向にはほぼ同じ位置にあり、共通軸線L-Lを中心とする半径方向に空隙を介して互いに対向し、それらの対向状態の変化に応じて空隙を通る磁束を変化させる。

【0020】

中間筒8の外周に配置された内周磁極11a、11bと、リング状鉄心9、10の外周に配置された内周磁極11c、11dは、共通軸線L-Lの周りに互いに同じ位相で配置された複数の突出磁極を有する。具体的には、これらの内周磁極11aから11dは、それぞれ40度の角度間隔で配置された9個の突出磁極を持つが、各内周磁極11aから11dのすべてについて、これらの9個の突出磁極は、共通軸線L-Lの周りの内周磁極基準位置から、例えば0度、40度、80度、120度、160度、200度、240度、280度、320度の角度位置に、互いに同じ位相で配置される。図1(a)では、これらの内周磁極11aから11dの突極が、共通軸線L-Lの方向にすべて互いに重なった状態で、実線で示される。

【0021】

外周筒12の内周に配置された外周磁極14aから14dの内、第1磁場変化手段31の外周磁極14aと、第4磁場変化手段34の外周磁極14dは、共通軸線L-Lの周りに互いに同じ位相で配置された複数の磁極を有する。具体的には、これらの外周磁極14a、14dもそれぞれ40度の角度間隔で配置された9個の突出磁極を持つが、外周磁極14a、14dについて、これらの9個の突出磁極は、共通軸線L-Lの周りの外周磁極基準位置から、0度、40度、80度、120度、160度、200度、240度、280度、320度の角度位置に、互いに同じ位相で配置される。図1(a)では、これらの外周磁極14a、14dの突出磁極が、共通軸線L-Lの方向にすべて互いに重なった状態で、実線で示される。

【0022】

外周筒12の内周に配置された外周磁極14aから14dの内、第2磁場変化手段32の外周磁極14bと、第3磁場変化手段33の外周磁極14cは、共通軸線L-Lの周りに互いに同じ位相で配置された複数の磁極を有する。具体的には、これらの外周磁極14b、14cもそれぞれ40度の角度間隔で配置された9個の突出磁極を持つが、磁極14bと磁極14cについて、これらの9個の突出磁極は、共通軸線L-Lの周りの前記外周磁極基準位置から、磁極11aから11dとちょうど逆位相で、20度、60度、100度、140度、180度、220度、260度、300度、340度の角度位置に、互いに同じ位相で配置される。図1(a)では、これらの外周磁極14b、14cの突出磁極が、共通軸線L-Lの方向にすべて互いに重なった状態で、点線で示される。

【0023】

磁気センサ15は、例えばホール素子であり、それを通る磁束の方向と大きさに応じた出力信号を発生する。この磁気センサ15には、第1外周筒12aと第2外周筒12bとの間に共通軸線L-Lに沿って流れる検出磁束が流れる。磁気センサ15の出力信号の極性は、磁気センサ15を通る検出磁束の方向に応じて、正極性と負極性の極性の反転する出力信号となり、またこの出力信号の大きさは、磁気センサ15を通る検出磁束の大きさに比例する。

【0024】

なお、図1(a)では、図面を見やすくするために、第1、第2回転軸1、2と、内周筒3と、トーションバー5と、ベース板4が省略されている。

【0025】

さて、図3は実施の形態1のトルクセンサの原点位置を示し、図3(a)はこの原点位置における図1(a)と同様な正面図、図3(b)は同じく原点位置における図1(b)と同様な断面図である。この図3の原点位置では、第1、第2、第3、第4磁場変化手段31、32、33、34において、磁極11a、11b、11c、11dが、図3(a)に示すように、共通軸線L-Lの周りの周方向に沿って、実線で示す磁極14a、14dの重なる角度位置 θa と、点線で示す磁極14b、14cの重なる角度位置 θb とのちょうど中間の角度位置に位置する。

【0026】

この図3(a)に示す原点位置では、図3(b)に示す磁束16aと磁束16bとが流れる。磁束16aは図3(b)に示すように、中間筒8から第1磁場変化手段31の磁極11a、14aを通り、第1外周筒12aに至り、この第1外周筒12aから第3磁場変化手段33の磁極14c、11cを通り、リング状鉄心9を経て内周筒3に流れる。また、磁束16bは図3(b)に示すように、中間筒8から第2磁場変化手段32の磁極11b、14bを通り、第2外周筒12bに至り、この第2外周筒12bから第4磁場変化手段34の磁極14d、11dを通り、リング状鉄心10を経て内周筒3に流れる。磁極11a、11b、11c、11dが、図3(a)に示すように、共通軸線L-Lの周りの周方向に沿って、磁極14a、14dの重なる角度位置 θa と、磁極14b、14cの重なる角度位置 θb とのちょうど中間の角度位置に位置するので、磁束16aと磁束16bの流れる磁路の磁気抵抗は互いにほぼ等しく、したがって磁束16a、16bの大きさは互

いにほぼ等しい。このため、第1外周筒12aと第2外周筒12bの間を磁気センサ15を通して流れる磁束の大きさはほぼ0となり、磁気センサ15の信号出力も0となる。

【0027】

図4は図3の原点位置から第1回転軸1が第2回転軸2に対して相対的に反時計方向に回転し、磁極11a、11b、11c、11dが、磁極14a、14dの重なる角度位置 θa に近い回転角度まで変位した第1トルク範囲を示す。この第1トルク範囲では、磁極11a、11b、11c、11dが、磁極14b、14cの重なる角度位置 θb から遠ざかり、磁極14a、14dの重なる角度位置 θa に近づいた範囲にある。図4(a)はこの第1トルク範囲における図1(a)と同様な正面図、図3(b)は同じく第1トルク範囲における図1(b)と同様な断面図である。

【0028】

この図4に示す第1トルク範囲では、第1磁場変化手段31の磁極11a、14aと、第4磁場変化手段34の磁極11d、14dの対向面積が増加するために、これらの第1、第4磁場変化手段31、34を通る磁束の大きさが増大し、逆に第2磁場変化手段32の磁極11b、14bと、第3磁場変化手段33の磁極11c、14cの対向面積が減少するために、これらの第2、第3磁場変化手段32、33を通る磁束の大きさが減少する。このため、図4に示した第1トルク範囲では、図4(b)に示すように、磁束16a、16bが減少し、新たに第1検出磁束16cが流れる。この第1検出磁束16cは、中間筒8から第1磁場変化手段31の磁極11a、14aを通り第1外周筒12aに至り、この第1外周筒12aから共通軸線L-Lに沿って磁気センサ15を通り、第2外周筒12bに至り、リング状鉄心10を経由して内周筒3に至る。磁気センサ15は、この共通軸線L-Lに沿って流れる第1検出磁束16cに基づき、図2において、第1外周筒12aから第2外周筒12bに向かって流れる磁束を検出し、例えば正極性の信号出力を発生する。この正極性の信号出力は、第1トルク範囲、すなわち第1、第4磁場変化手段31、34を通る磁束が増大し、第2、第3磁場変化手段32、33を通る磁束が減少する範囲で得られ、その出力信号の大きさはこの第1トルク範囲において、第1、第2回転軸1、2間に与えられる振りトルクの増大に応じて増大する。

【0029】

図3に示す原点位置から、第1回転軸1が第2回転軸2に対して相対的に、図4に示す第1トルク範囲とは逆方向に、時計方向に回転し、磁極11a、11b、11c、11dが、磁極14b、14cの重なる角度位置 θb に近い角度位置まで変位した第2トルク範囲では、第1、第2回転軸1、2間に与えられる振りトルクが、第1トルク範囲に対して逆方向となる。この第2トルク範囲では、磁極11a、11b、11c、11dが、図3に示す原点位置よりも、磁極14a、14dの重なる角度位置 θa から遠ざかり、磁極14b、14cの重なる角度位置 θb に近づいた状態にある。

【0030】

この第2トルク範囲では、第2磁場変化手段32の磁極11b、14bと、第3磁場変化手段33の磁極11c、14cとの対向面積が増加するために、これらの第2、第3磁場変化手段32、33を通る磁束の大きさが増大し、逆に第1磁場変化手段31の磁極11a、14aと、第4磁場変化手段34の磁極11d、14dの対向面積が減少するために、これらの第1、第4磁場変化手段31、34を通る磁束の大きさが減少する。このため、第2トルク範囲では、磁束16a、16bが減少し、新たに第2検出磁束が流れる。この第2トルク範囲における第2検出磁束は、中間筒8から第2磁場変化手段32の磁極11b、14bを通り第2外周筒12bに至り、この第2外周筒12bから共通軸線L-Lに沿って磁気センサ15を通り、第1外周筒12aに至り、リング状鉄心9を経由して内周筒3に至る。磁気センサ15は、この第2検出磁束に基づき、図2において、第2外周筒12bから第1外周筒12aに向かって流れる磁束を検出し、例えば負極性の信号出力を発生する。この負極性の信号出力は、第2トルク範囲、すなわち第2、第3磁場変化手段32、33を通る磁束が増大し、第1、第4磁場変化手段31、34を通る磁束が減少する範囲で得られ、その出力信号の大きさはこの第2トルク範囲において、第1、第2

回転軸 1、2 間に与えられる逆方向の振りトルクの減少に応じて増大する。

【0031】

トルクセンサでは、回転軸 1、2 の間に、例えば±10 度、言い換えれば 20 度の相対回転が生じるようにして、その角度範囲における振りトルクの変化、すなわち回転軸 1、2 間の相対回転を検出する。この 20 度の相対回転範囲を検出範囲と呼ぶと、実施の形態 1 では、この検出範囲はその中間に図 3 に示す原点位置が対応し、前記第 2 トルク範囲で磁気センサ 15 の出力信号が、負極性の最大値となる第 1 角度位置から、第 1 トルク範囲で磁気センサ 15 の出力信号が正極性の最大値となる第 2 角度位置まではほぼ直線的に変化するように設定される。具体的には、実施の形態 1 では、角度位置 θa 、 θb の間の角度が 20 度であり、その中間に原点位置が設定されるので、検出範囲は、原点位置から角度位置 θb 側へ 10 度近づいた第 1 角度位置と、原点位置から角度位置 θa 側へ 10 度近づいた第 2 角度位置との間に設定される。第 1 角度位置は、第 2 トルク範囲にあり、磁気センサ 15 の出力信号は、この第 1 角度位置で負極性の最大値となる。第 2 角度位置は第 1 トルク範囲にあり、磁気センサ 15 の出力信号は、第 2 角度位置で正極性の最大値となる。

【0032】

このようにして、実施の形態 1 では、検出範囲において、与えられる振りトルクの増大に伴ない、極性が反転し、大きさがほぼ直線的に増大する出力信号が磁気センサ 15 から得られ、結果としてバイポーラ出力のトルクセンサを実現できる。このバイポーラ出力のトルクセンサは、極性の反転する原点位置を有し、この原点位置でのセンサ出力値のばらつき、校正が容易である。

【0033】

さて、製造誤差によって第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 とがずれた場合について述べる。図 5 は内周磁極 11a と外周磁極 14a を含む共通軸線に垂直な断面図であり、第 1 回転軸 1 が第 2 回転軸 2 に対して紙面上側に平行にずれた場合、すなわち偏心した状態を示している。この断面において 9 個の内周磁極 11a から 9 個の外周磁極 14a に半径方向に磁束 16d、16e、16f、16g、16h、16i、16j、16k、16l が流れる。このとき内周磁極 11a と外周磁極 14a の間の空隙長にはばらつきがあるため、それぞれの磁気抵抗も異なる。したがって永久磁石 6 の起磁力による半径方向の磁束にはばらつきが生じ、例えば空隙長が小さい部分の磁束 16d、16e は大きく、空隙長が大きい部分の磁束 16h、16i は小さくなる。しかしながら磁気センサ 15 を共通軸線 L-L に沿って軸方向に通る磁束は、これらの磁束 16d、16e、16f、16g、16h、16i、16j、16k、16l のすべての総和に依存するため、第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 との偏心による影響は小さくなる。

【0034】

図 6 は第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 とが傾いた状態での共通軸線 L-L を含む平面における断面図の一部を示している。リング状永久磁石 6 の磁極は外周が N 極、内周が S 極であるので、磁束の方向は図 6 に示す磁束 16m、16n、16o、16p、16p、16q、16r、16s、16t のようになる。図 6 のように軸が傾いた状態では、空隙長の小さい部分の磁束 16m、16t が最も大きく、空隙長の大きい部分の磁束 16p、16q が最も小さくなる。しかしながら磁気センサ 15 を共通軸線 L-L に沿って軸方向に通る磁束は、これらの磁束 16m、16n、16q、16r の総和と、磁束 16o、16p、16s、16t の総和との差に依存するため、第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 の傾きの影響は小さくなる。

【0035】

このように、実施の形態 1 のトルクセンサは、共通軸線 L-L 上に第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 を配置し、これらの第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 とをトーションバー 5 により結合し、前記第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 との間に与えられる振りトルクを検出するトルクセンサであって、共通軸線 L-L の径方向に磁場を発生する磁場発生手段 6 と、前記第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 との相対回転に応じて前記磁場発生手段 6 から前記共通軸線に沿

って流れる検出磁束の方向と大きさを変化させる磁場変化手段 30 と、前記検出磁束を検出する磁気センサ 15 とを備え、前記磁気センサ 15 が、前記検出磁束の方向に応じて極性が変化する、また前記検出磁束の大きさに応じて大きさが変化する出力信号を発生することを特徴とする。この特徴に基づき、磁気センサ 15 の出力信号の極性が反転するバイポーラ出力信号を得ることができ、このトルクセンサによれば、極性の反転位置での信号のばらつき、誤差を容易に補正することができる。また、製造誤差によって第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸の中心軸がずれて偏心状態にある場合、または第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 の中心軸が斜めにずれている場合でも、磁気センサ 15 を通る検出磁束に実質的な変化を与えるのを少なくし、製造誤差の影響の小さいトルクセンサが実現できる。

【0036】

なお、内周筒 3 のかわりに中実軸を用い、トーシヨンバー 5 は回転軸 1、2 を連結するように別の位置に設置することもできる。また非磁性体のスペーシング 7、非磁性の連結体 13 の材料は、磁場発生手段である永久磁石 6 や磁性体が設置できれば、アルミニウムや樹脂材料など、何を用いてもよい。また内周磁極 11a、11b、11c、11d および外周磁極 14a、14b、14c、14d のかわりに、中間筒 8 の外周面および外周筒 12a、12b の内周面に切り欠きまたは穴を設けるなど、磁気抵抗が変化するようにするだけでもよい。

【0037】

実施の形態 2.

図 7 はこの発明の実施の形態 2 によるトルクセンサを示す断面図である。この図 7 は、実施の形態 2 について、図 1 (b) と同様な共通軸線を含む平面による断面図を示す。この実施の形態 2 では、径方向に着磁されたラジアル配向の 2 つのリング状の永久磁石 6 が使用され、これらの 2 つの永久磁石 6 が内周磁極 11a、11b と、内周筒 3 との間に配置される。その他の構成は実施の形態 1 と同じであり、この実施の形態 2 によっても、実施の形態 1 と同様な作用、効果を奏する。

なお、実施の形態 2 における 2 つの永久磁石 6 は、磁束が半径方向に出るような構造であればよい。また図 7 に示す 2 個の永久磁石 6 をまとめて、1 個の筒状の永久磁石としてもよい。

【0038】

実施の形態 3.

図 8 はこの発明の実施の形態 3 によるトルクセンサを示す断面図である。この図 8 は、実施の形態 3 について、共通軸線 L-L に直交する平面による断面図を示す。この実施の形態 3 では、実施の形態 1 における、ラジアル配向のリング状の永久磁石 6 に代わって、複数の板状あるいは円弧板状の永久磁石板 17 を用いるもので、具体的には、内周磁極 11a、11b の内周位置にそれぞれ 9 個の径方向に着磁された永久磁石板 17 を配置する。これらの永久磁石 17 は、鉄などの磁性材料で構成された中間筒 8 の内部に配置される。その他の構成は、実施の形態 1 と同じである。

【0039】

この実施の形態 3 でも、各永久磁石板 17 による磁束は、この図 8 の断面では半径方向になるので、実施の形態 1 と同様の効果が得られる。また実施の形態 3 では、9 個の永久磁石板 17 を用いているが、中間筒 8 によって磁束が広がるため、永久磁石板 17 の個数はより少なくてもよい。

このように、複数の板状あるいは円弧板状の永久磁石板 17 を用いることで、低コストのトルクセンサが実現できる。

【0040】

実施の形態 4.

この発明のトルクセンサでは、第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 の相対回転によって、共通軸線 L-L に沿って流れる検出磁束の方向と大きさが変化する。共通軸線 L-L の方向に流れる検出磁束の方向と大きさを変化させる磁場変化手段 30 として、実施の形態 1 では、内周磁極 11a、11b、11c、11d と外周磁極 14a、14b、14c、14d を

採用したが、他の磁場変化手段であってもよい。

図9はこの発明の実施の形態4によるトルクセンサを示す正面図と断面図である。図9(a)は、図1(a)と同様な共通軸線L-Lの方向の正面図であり、図9(b)は共通軸線L-Lを含む平面での図1(b)と同様な断面図の一部を示し、また図9(c)は内周磁極11a、11b、11c、11dと、傾斜磁極板18a、18bとの関係を示す図で、磁極11aから11dと傾斜磁極板18a、18bを共通軸線L-Lに平行な面への投影した図を示している。

【0041】

図9の実施の形態4では、中間筒8の内周に5個の板状または円弧板状の永久磁石17を用いて半径方向に起磁力を発生する。この実施の形態4では、4つの磁場変化手段31、32、33、34の内周磁極11a、11b、11c、11dのそれぞれは、72度の角度間隔で互いに同相に配置された5個の突出磁極により構成され、またこの実施の形態4では、実施の形態1の外周磁極14a、14cに代わって、5個の第1傾斜磁極板18aが使用され、また外周磁極14b、14dに変わって5個の第2傾斜磁極板18bが使用される。

【0042】

5個の第1傾斜磁極板18aは、共通軸線L-Lの周りの同一円周上に円周方向に並べて配置され、それぞれ第1外周筒12aの内周面を5等分した72度の角度範囲内に配置される。この5個の第1傾斜磁極板18aは、72度の角度間隔で配置された内周磁極11a、11cのそれぞれの突出磁極と対応する。この各第1傾斜磁極板18aは、72度の角度範囲において、図9(c)に示すように、共通軸線L-Lに対して所定角度 α だけ傾斜した方向に延長されており、内周磁極11a、11cの突出磁極と対向する。この第1傾斜磁極板18aが共通軸線L-Lの周りを回転すると、内周磁極11a、11cの突出磁極との対向面積が変化する。

【0043】

5個の第2傾斜磁極板18bは、共通軸線L-Lの周りの同一円周上に円周方向に並べて配置され、それぞれ第2外周筒12bの内周面を5等分した72度の角度範囲内に配置される。この5個の傾斜磁極板18bは、72度の角度間隔で配置された内周磁極11b、11dのそれぞれの突出磁極と対応する。この各第2傾斜磁極板18bは、72度の角度範囲において、図9(c)に示すように、共通軸線L-Lに対して所定角度 α だけ傾斜した方向に延長されており、内周磁極11b、11dの突出磁極と対向する。この第2傾斜磁極板18bも共通軸線L-Lの周りで回転すると、内周磁極11b、11dの突出磁極との対向面積が変化する。

【0044】

例えば図9(c)の状態では、第1、第2傾斜磁極板18a、18bが内周磁極11a、11dと向かい合う面積は大きく、また内周磁極11b、11cと向かい合う面積は小さい。したがって、第1傾斜磁極板18aと内周磁極11aとの間の磁気抵抗、および第2傾斜磁極板18bと内周磁極11dとの間の磁気抵抗は小さく、逆に第1傾斜磁極板18aと内周磁極11cとの間の磁気抵抗、および第2傾斜磁極板18bと内周磁極11bとの間の磁気抵抗は大きくなる。このとき、主な磁束は図9(b)に示す磁束16a、16b、16cのようになり、磁気センサ15を共通軸線L-Lに沿って軸方向に流れる検出磁束16cが存在する。この検出磁束16cは、中間筒8から磁極11a、第1傾斜磁極板18aを経て、第1外周筒12aに至り、この第1外周筒12aから共通軸線L-Lに沿って磁気センサ15を通り、第2外周筒12b、第2傾斜磁極板18b、内周磁極11dを経て、中間筒8に至る磁束となり、磁気センサ15に対して、第1外周筒12aから第2外周筒12bの方向に流れる。この検出磁束16cの大きさは、回転軸1、2の相対回転角度、すなわち第1、第2傾斜磁極板18a、18bと内周磁極11aから11dとの相対回転角度に比例する。

【0045】

第1、第2傾斜磁極板18a、18bがさらに回転して、第1、第2傾斜磁極板18a

、18bが内周磁極11a、11dと向かい合う面積が減少し、逆に第1、第2傾斜磁極板18a、18bが内周磁極11b、11cと向かい合う面積が増大した場合には、第2外周筒12bから第1外周筒12aに向かって検出磁束が共通軸線L-Lに沿って軸方向に流れることになり、磁気センサ15に流れる検出磁束の方向が反転する。このため、第1、第2傾斜磁極板18a、18bの回転に伴ない、検出磁束の方向が反転するので、磁気センサ15の出力信号の極性が反転する。この極性反転後の検出磁束の大きさも、回転軸1、2の相対回転角度、すなわち第1、第2傾斜磁極板18a、18bと内周磁極11aから11dとの相対回転角度に比例する。

【0046】

このように、実施の形態4では、傾斜磁極板18a、18bを用いることにより、第1回転軸1と第2回転軸2との相対回転角度に応じて、傾斜磁極板18a、18bと、内周磁極11aから11dとの向かい合う面積が変わり、磁気センサ15の出力信号の極性を反転しながらトルクが検出できる。なお、傾斜磁極板18a、18bは、それぞれ一枚の板で構成しても、また複数の磁性薄板の位置をずらして階段状の傾斜磁極板として構成することもできる。

【0047】

実施の形態5.

図10はこの発明の実施の形態5によるトルクセンサを示す断面図と側面図である。図10(a)は図1(b)と同様に共通軸線を含む平面による断面図であり、図10(b)は図2と同様の側面図である。この実施の形態5において、第1回転軸1側の第1外周筒12aと第2回転軸2側の第2外周筒12bは、非磁性の連結体13で連結される。この連結体13は、円筒状に構成されていて、図10(a)に示すように外周筒12a、12bを、それらの相対向する端部の内周面側で互いに連結している。第2回転軸2が回転すると、外周筒12a、12bは連結体13と一体となって回転する。

【0048】

第1外周筒12aと第2外周筒12bとの間の連結体13の外周には、磁気センサ15が設置される。この磁気センサ15の両側には、鉄材などの磁性材料で構成された固定磁極19a、19bが配置される。これらの固定磁極19a、19bは、外周筒12a、12bに接触しないように、外周筒12a、12bに小さな空隙長を介して対向している。これらの固定磁極19a、19bおよび磁気センサ15は、動かない絶対空間に対して固定される。その他の構成は、実施の形態1と同じである。

【0049】

この実施の形態5では、固定磁極19a、19bおよび磁気センサ15が動かない絶対空間に固定されるので、第2回転軸2が回転しても、磁気センサ15からの検出用ケーブルはもつれず、また磁気センサ15の耐久性も向上する。第1回転軸1と第2回転軸2の間に振りトルクが働いて相対角度が変わると、外周筒12a、12bの間に検出磁束が流れるが、この検出磁束は共通軸線方向に流れ、固定磁極19a、19bを通り、磁気センサ15を流れる。この磁気センサ15を流れる検出磁束は、実施の形態1と同様に、回転軸1、2の相対回転角度に応じて方向と大きさが変わるので、実施の形態1と同様に、磁気センサ15からバイポーラの出力信号を得ることができ、磁気センサ15の出力値を検出することによって振りトルクが測定できる。

【0050】

実施の形態6.

図11はこの発明の実施の形態6によるトルクセンサを示す断面図と側面図である。図11(a)は図1(b)と同様に共通軸線を含む平面による断面図であり、図11(b)は図2と同様の側面図である。この実施の形態6では、連結体13は図11(a)(b)に示すように、外周筒12a、12bとはほぼ同じ半径の円筒形状としている。第2回転軸2が回転すると、第1回転軸1側の第1外周筒12aと第2回転軸2側の第2外周筒12bは、非磁性の連結体13と一体となって回転する。

【0051】

連結体 1 3 の外周に磁気センサ 1 5 が設置される。この磁気センサ 1 5 には、鉄材などの磁性材料で構成された固定磁極 1 9 a、1 9 b が付設される。固定磁極 1 9 a は、第 1 外周筒 1 2 a が第 2 外周筒 1 2 b と対向する端部の外周面に小さな空隙を介して対向し、また固定磁極 1 9 b は、第 2 外周筒 1 2 b が第 1 外周筒 1 2 a と対向する端部の外周面に小さな空隙を介して対向している。これらの固定磁極 1 9 a、1 9 b および磁気センサ 1 5 は、動かない絶対空間に固定される。その他の構成は実施の形態 1 と同じである。

【0 0 5 2】

第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 の間に振りトルクが働いて、それらの相対角度が変わると、外周筒 1 1 a、1 2 b の間に、共通軸線方向に検出磁束が流れるが、検出磁束は固定磁極 1 9 a、1 9 b を介して磁気センサ 1 5 に流れる。この磁気センサ 1 5 を流れる検出磁束は、実施の形態 1 と同様に、回転軸 1、2 の相対回転角度に応じて方向と大きさが変わるので、実施の形態 1 と同様に、磁気センサ 1 5 からバイポーラの出力信号を得ることができ、磁気センサ 1 5 の出力値を検出することによって振りトルクが測定できる。

この実施の形態 6 でも、磁気センサ 1 5 および固定ヨーク 1 9 a、1 9 b を動かない絶対空間に対して固定することにより、第 2 回転軸 2 が回転してもセンサ検出用ケーブルはもつれず、また磁気センサ 1 5 の耐久性も向上する。

【0 0 5 3】

実施の形態 7.

図 1 2 はこの発明の実施の形態 7 によるトルクセンサを示す断面図と側面図である。図 1 2 (a) は図 1 (b) と同様に共通軸線を含む平面による断面図であり、図 1 2 (b) は図 2 と同様の側面図である。この実施の形態 7 は、複数個の磁気センサを設置することを特徴とし、図 1 2 では 2 個の磁気センサ 1 5 a、1 5 b を設置している。その他の構成は実施の形態 1 と同じである。

この発明のトルクセンサを使用中に、磁気センサ 1 5 が故障する可能性もあるため、複数個の磁気センサ 1 5 a、1 5 b を用いて冗長な設計とし、安全性を向上している。磁気センサ 1 5 a、1 5 b は、実施の形態 1 の磁気センサ 1 5 と同様に、連結体 1 3 に設けられた空隙部に設置される。

【0 0 5 4】

また例えば第 1 回転軸 1 側の第 1 外周筒 1 2 a と、第 2 回転軸 2 側の第 2 外周筒 1 2 b とが傾いて設置された場合に、これらの外周筒 1 2 a、1 2 b と磁気センサ 1 5 の間の空隙長には誤差が生じるが、この実施の形態 7 のように複数個の磁気センサ 1 5 a、1 5 b を用い、それらの出力信号の出力平均を取ることで、製造誤差の影響を緩和できる。また感度の異なる複数個の磁気センサ 1 5 a と磁気センサ 1 5 b を用いることにより、広い測定レンジを高感度に検出できる。

このように、複数個の磁気センサ 1 5 a、1 5 b を用いることにより、安全性を向上でき、製造誤差の影響を緩和でき、広い測定レンジを高感度に検出できる。

【0 0 5 5】

実施の形態 8.

図 1 3 はこの発明の実施の形態 8 によるトルクセンサを示す側面図である。第 1 回転軸 1 側の第 1 外周筒 1 2 a と第 2 回転軸 2 側の第 2 外周筒 1 2 b は、非磁性体の連結体 1 3 で連結され、一体となって回転する。また複数個の磁気センサ 1 5 a、1 5 b が設置され、磁気センサ 1 5 a は固定磁極 1 9 a、1 9 b とともに動かない絶対空間に対して固定され、また磁気センサ 1 5 b は固定磁極 1 9 c、1 9 d とともに動かない絶対空間に対して固定される。

【0 0 5 6】

第 1 外周筒 1 2 a の連結体 1 3 側の端面 2 2 には、図 1 3 に示すように凹凸形状 2 3 が形成されている。この凹凸形状 2 3 は端面 2 2 の周方向に、所定間隔で形成された凹部分と凸部分を交互に持っており、各凹部分と凸部分の高さはすべて均一とされる。磁気センサ 1 5 a の固定磁極 1 9 a と磁気センサ 1 5 b の固定磁極 1 9 c は、この凹凸形状 2 3 と小さな空隙を介して対向するが、これらの対向状態は凹凸形状 2 3 に対して互いに逆位相

となるように設置される。具体的には、磁気センサ 15 a の固定磁極 19 a が凹凸形状 23 の凸部分と対向するとき、磁気センサ 15 b の固定磁極 19 c はその凹部分に対向するように設置される。磁気センサ 15 a の固定磁極 19 a が凹凸形状の凹部分と対向するときには、磁気センサ 15 b の固定磁極 19 c はその凸部分に対向する。図 13 では、磁気センサ 15 a の固定磁極 19 a が、凹凸形状の凸部分に、また磁気センサ 15 b の固定磁極 19 c が、その凹部分に対向する状態を示している。その他の構成は実施の形態 1 と同じである。

【0057】

図 14 はこの実施の形態 8 によるトルクセンサを回転させながらトルクを大きくした場合のセンサ出力波形を示している。図 14 の横軸は時間であり、その縦軸は磁気センサの出力信号である。磁気センサ 15 a の出力波形は例えば実線の波形 20 a のように、時間の経過とともに正弦波または正弦波の近い変化をするが、その平均的な大きさはトルクの増大に伴ない増大している。このトルクの増大は、実施の形態 1 で説明した角度位置 θa 、 θb の間の検出範囲において、トルクの増大に伴ない、磁気センサ 15 a を通る検出磁束の大きさが直線的に増大することに依存している。出力波形 20 a の正弦波状の変化は、磁気センサ 15 a の固定磁極 19 a と、第 1 外周筒 12 a の凹凸形状の対向部分の変化に依存しており、第 1 外周筒 12 a の回転に伴ない、固定磁極 19 a が凹凸形状との対向部分を順次変化する結果、正弦波状の変化が現われる。

【0058】

これに対して磁気センサ 15 b の出力波形は点線の波形 20 b のようになる。この磁気センサ 15 b の出力波形 20 b は、固定磁極 19 c と固定磁極 19 a の凹凸形状に対する対向位相が互いに逆位相となっているため、磁気センサ 15 a の出力波形 20 a と逆位相の正弦波となっている。この磁気センサ 15 b の出力波形 20 b も、磁気センサ 15 a の出力波形 20 a と同様に、その平均的な大きさがトルクの増大に伴ない増大しているが、このトルクの増大は、実施の形態 1 で説明した角度位置 θa 、 θb の間の検出範囲において、トルクの増大に伴ない、磁気センサ 15 a を通る検出磁束の大きさが直線的に増大することに依存している。

【0059】

図 14 の一点鎖線の波形 20 c は、磁気センサ 15 a の出力波形 20 a と磁気センサ 15 b の出力波形 20 b の加算平均を示している。出力波形 20 a、20 b は、結果としてこの波形 20 c に沿って、トルクの増大に伴ない、増大している。この波形 20 c では、第 1 外周筒 12 a の端面 22 の凹凸形状 23 の影響で生じる回転時の正弦波状変動成分は、磁気センサ 15 a の出力波形 20 a と磁気センサ 15 b の出力波形 20 b とが逆相であるので打ち消される。したがって磁気センサ 15 a の出力波形 20 a と磁気センサ 15 b の出力波形 20 b の加算平均として得られる一点鎖線の波形 20 c は、第 1 外周筒 12 a の端面 22 の凹凸形状 23 の影響を受けず、回転軸 1、2 の間に働く振りトルクの大きさの変化を表わす。この波形 20 c に基づき、回転軸 1、2 に与えられる振りトルクを検出することができる。

【0060】

図 14 の二点鎖線の波形 20 d は、磁気センサ 15 a の出力波形 20 a と磁気センサ 15 b の出力波形 20 b の差の $1/2$ の大きさを表わし、これは横軸に沿って正弦波状に変化している。第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 との間に働くトルクの大きさは、磁気センサ 15 a の出力と磁気センサ 15 b の出力の両方に影響するため、これらの差を取ることで、トルク成分が除去される。一方、第 1 回転軸 1 側の第 1 外周筒 12 a の端面 22 の凹凸形状 23 の影響で生じる回転時の変動成分は、磁気センサ 15 a の出力波形 20 a と磁気センサ 15 b の出力波形 20 b では互いに逆相であるので、それらの差を取ることで第 1 外周筒 12 a の端面 22 の凹凸形状 23 の影響はこの波形 20 d に残り、この波形 20 d に基づき、第 1 外周筒 12 a の回転角度が検出できる。

【0061】

なお、図 13 に示す実施の形態 8 では、第 1 外周筒 12 a の端面 22 における凹凸形状

23の高さは、その端面22の周方向においてすべて均一としたが、これらの高さを周方向に変えることで、絶対角度を検出することも可能である。また磁気センサを3個以上用い、第1外周筒12aの端面22の凹凸形状23も多段としてもよい。また第2外周筒12bが第1外周筒12aと対向する端面に凹凸形状23を形成してもよい。さらに外周筒12a、12bと固定磁極19a、19b、19c、19dの間の磁気抵抗が変化する方式であれば、凹凸形状23以外の手段でもよい。また凹凸形状23は外周筒12a、12bの端面ではなく、その周面、例えばその外周面に形成してもよい。

【0062】

この実施の形態8では2個の磁気センサ15a、15bを用いて、それらの出力信号の和、差を求めているが、一方の磁気センサが故障したときは、他方の磁気センサの検出信号を用いることにより、性能は少し劣るがトルクセンサとして使用することができるため、トルクセンサとしても冗長な設計となる。

【0063】

このように、第1、第2外周筒12a、12bに凹凸形状23などの磁気抵抗変化部分を形成することによって、トルク検出の他に回転角度も検出することができる。複数の磁気センサを用いてそれらが凹凸形状23と向かい合う位相を逆相にし、複数の磁気センサの出力信号の和あるいは差を取ることで、トルクおよび回転角度の両方を検出するセンサが低コストで実現できる。

【0064】

実施の形態9.

図15はこの発明の実施の形態9によるトルクセンサを示す側面図である。第1外周筒12aの第1回転軸1側の端面には、周方向に凹凸形状24が形成され、この凹凸形状24に対向する回転角度検出手段21を用いて回転角度を検出している。この回転角度検出手段21は、例えば渦電流式の変位センサなどである。その他の構成は実施の形態5と同じである。

【産業上の利用可能性】

【0065】

この発明によるトルクセンサは、例えば自動車の操作ハンドルのステアリングトルクを検出するのに使用されるが、トルクを検出する用途であれば、他の用途にも応用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】この発明によるトルクセンサの実施の形態1を示し、図1(a)はその一部の部品を省略した正面図、図1(b)はその共通軸線を含む平面における断面図である。

【図2】実施の形態1のトルクセンサの側面図である。

【図3】実施の形態1のトルクセンサの原点位置における状態を示し、図3(a)はその一部の部品を省略した正面図、図3(b)はその共通軸線を含む平面における断面図である。

【図4】実施の形態1の第1トルク範囲における状態を示し、図4(a)はその一部の部品を省略した正面図、図4(b)はその共通軸線を含む平面における断面図である。

【図5】実施の形態1のトルクセンサにおいて、第1、第2回転軸の軸線がずれた場合の磁束の流れを示す正面図である。

【図6】実施の形態1のトルクセンサにおいて、第1、第2回転軸が傾いた場合の磁束の流れを示す断面図である。

【図7】この発明の実施の形態2によるトルクセンサを、その共通軸線を含む平面で断面した断面図である。

【図8】この発明の実施の形態3によるトルクセンサを、その一部の部品を省略して示す正面図である。

【図 9】この発明によるトルクセンサの実施の形態 4 を示し、図 9 (a) はその一部の部品を省略した正面図、図 9 (b) はその共通軸線を含む平面における断面図、図 9 (c) は内周磁極と傾斜磁極板との関係を示す展開図である。

【図 10】この発明によるトルクセンサの実施の形態 5 を示し、図 10 (a) はその共通軸線を含む平面における断面図、図 10 (b) はその側面図である。

【図 11】この発明によるトルクセンサの実施の形態 6 を示し、図 11 (a) はその共通軸線を含む平面における断面図、図 11 (b) はその側面図である。

【図 12】この発明によるトルクセンサの実施の形態 7 を示し、図 12 (a) はその共通軸線を含む平面における断面図、図 12 (b) はその側面図である。

【図 13】この発明によるトルクセンサの実施の形態 8 を示す側面図である。

【図 14】実施の形態 8 における磁気センサの出力波形図を示す特性図である。

【図 15】この発明によるトルクセンサの実施の形態 8 を示す側面図である。

【符号の説明】

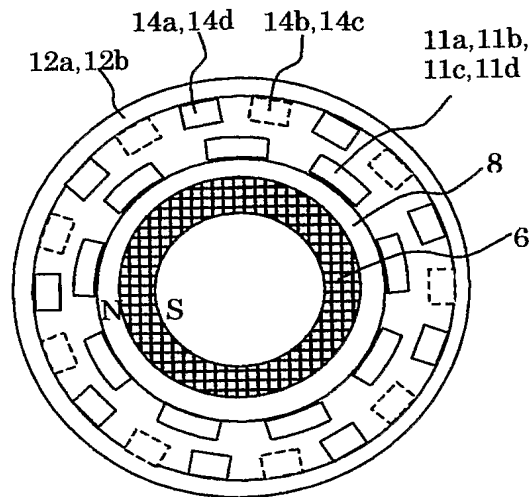
【0067】

1：第 1 回転軸、2：第 2 回転軸、3：内周筒、4：ベース板、5：トーションバー、
6：磁場発生手段、7：スペーサリング、8：中間筒、9、10：リング状鉄心、
11a、11b、12c、12d：内周磁極、12、12a、12b：外周筒、
13：連結体、14a、14b、14c、14d：外周磁極、
15、15a、15b：磁気センサ、16a、16b：磁束、16c：検出磁束、
16d、15e、16f、16g、16h、16i、16j、16k、16l：磁束、
16m、16n、16o、16p、16q、16r、16s、16t：磁束、
17：永久磁石板、18a、18b：傾斜磁極板、19a、19b、19c、19d：
固定磁極、
20a、20b、20c、20d：波形、21：回転角度検出手段、22：端面、
23、24：凹凸形状、30：磁場変化手段、31：第 1 磁場変化手段、
32：第 2 磁場変化手段、33：第 3 磁場変化手段、34：第 4 磁場変化手段。

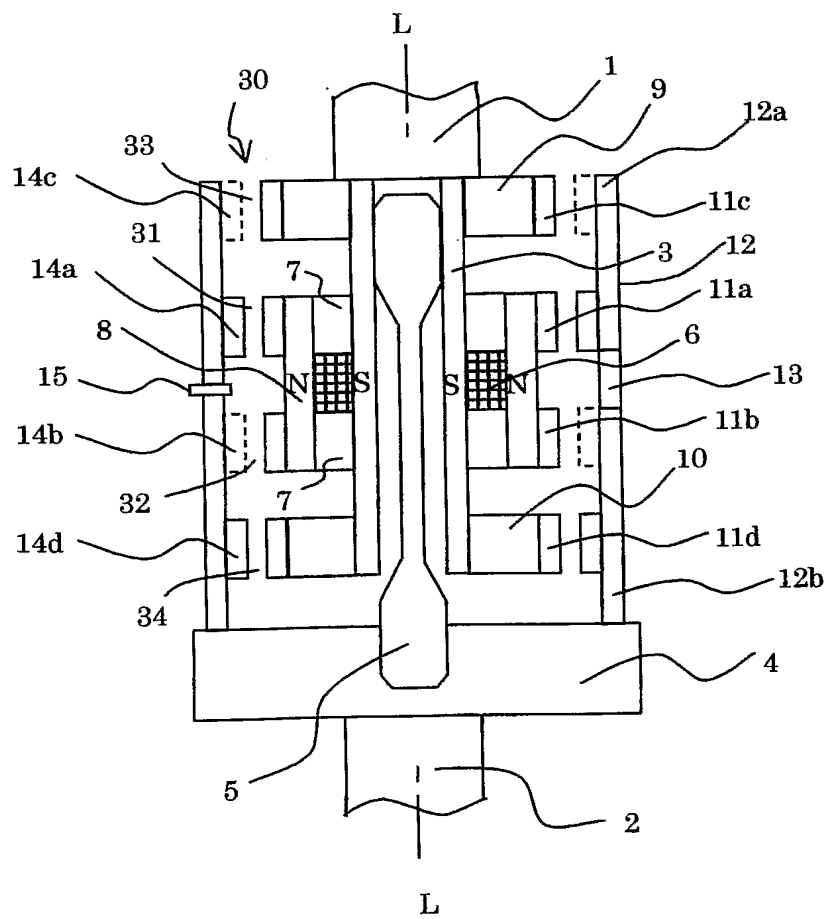
【書類名】 図面

【図 1】

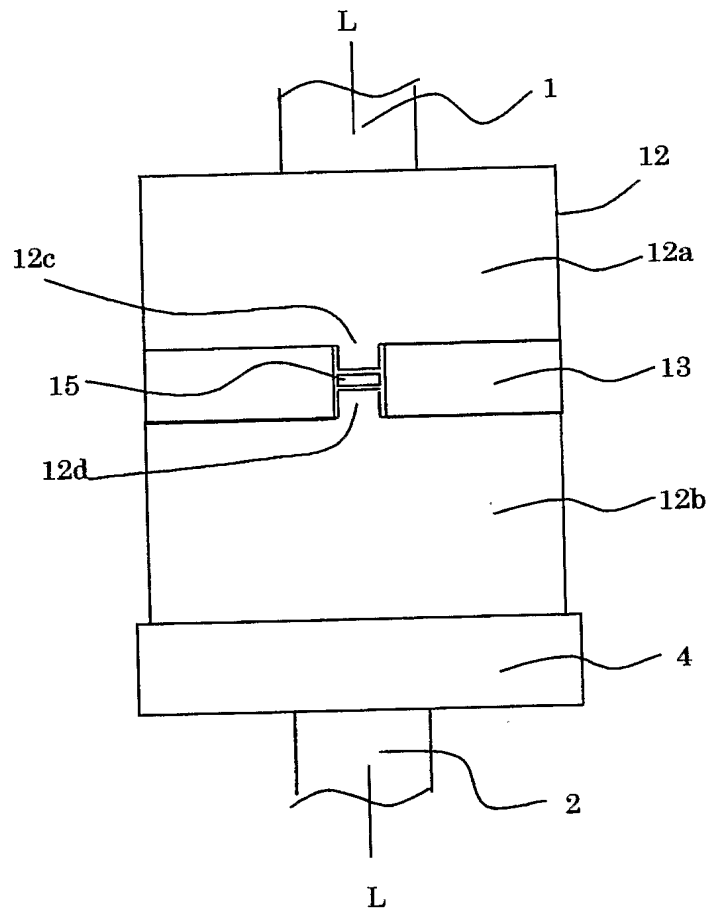
(a)



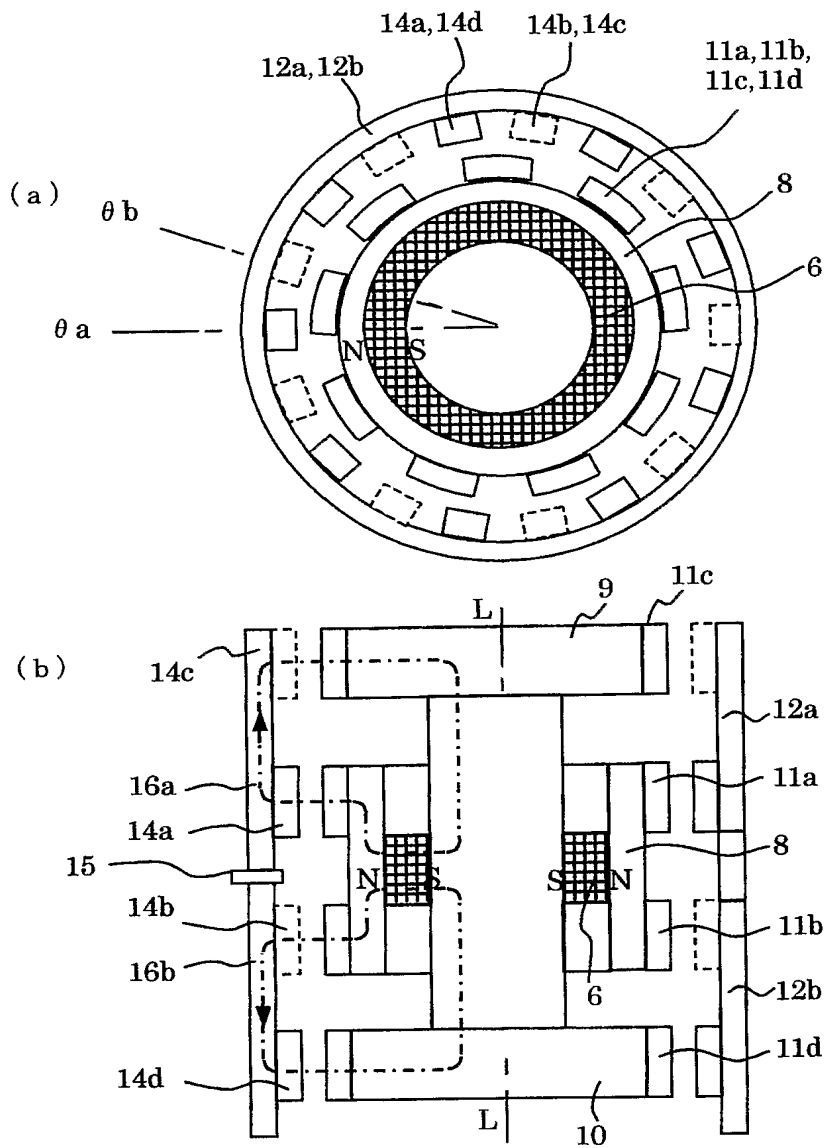
(b)



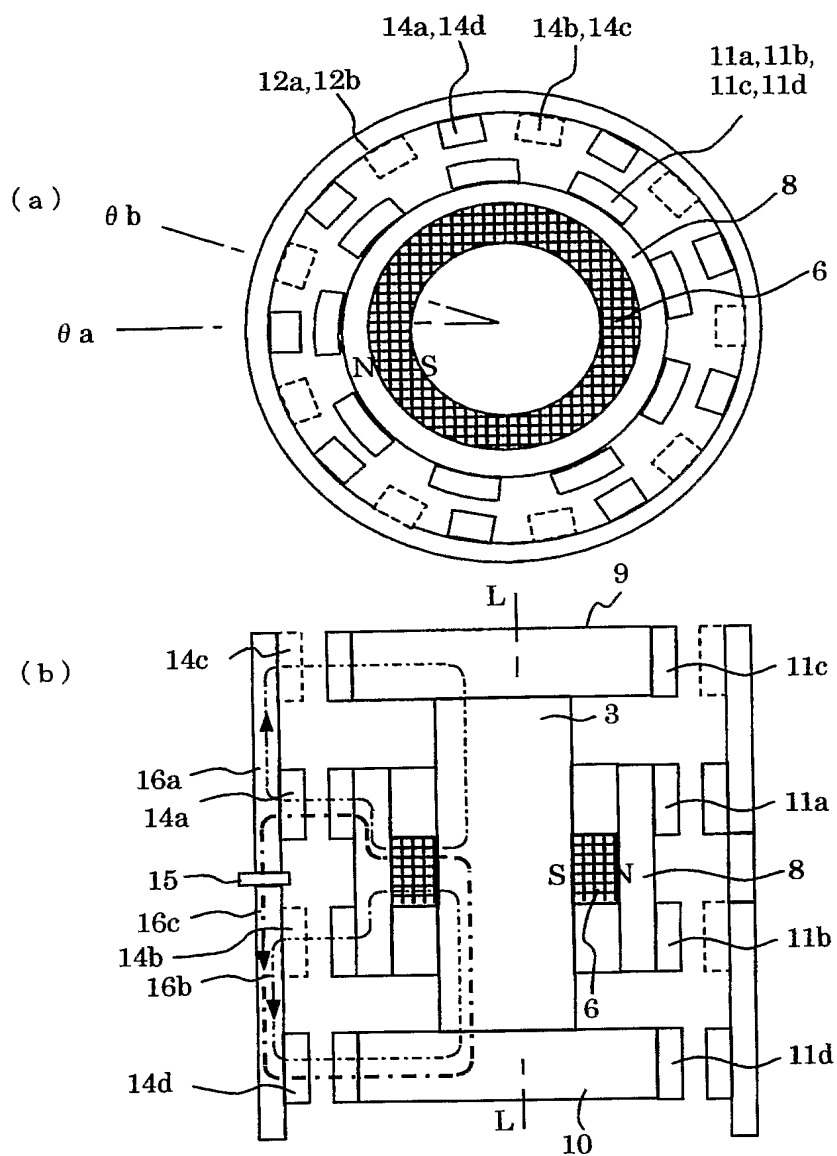
【図 2】



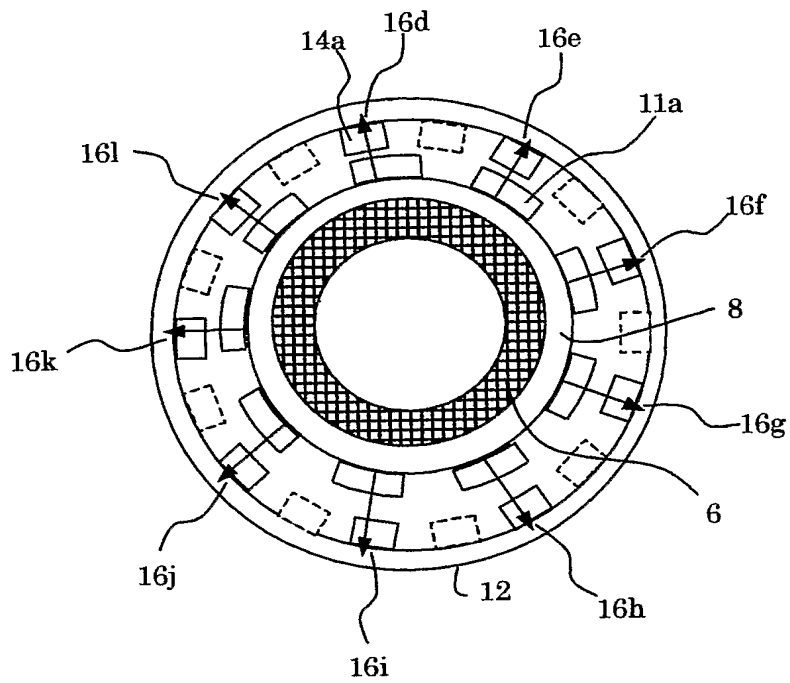
【図 3】



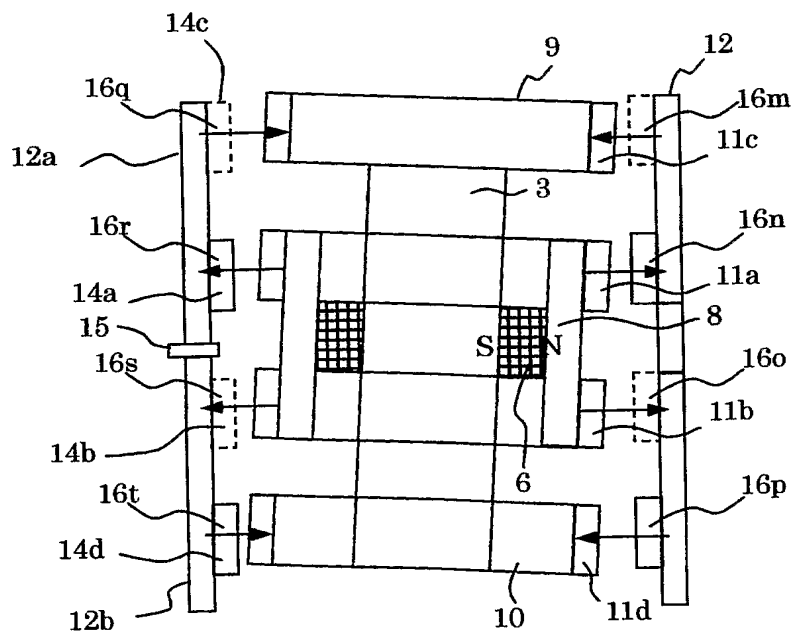
【図 4】



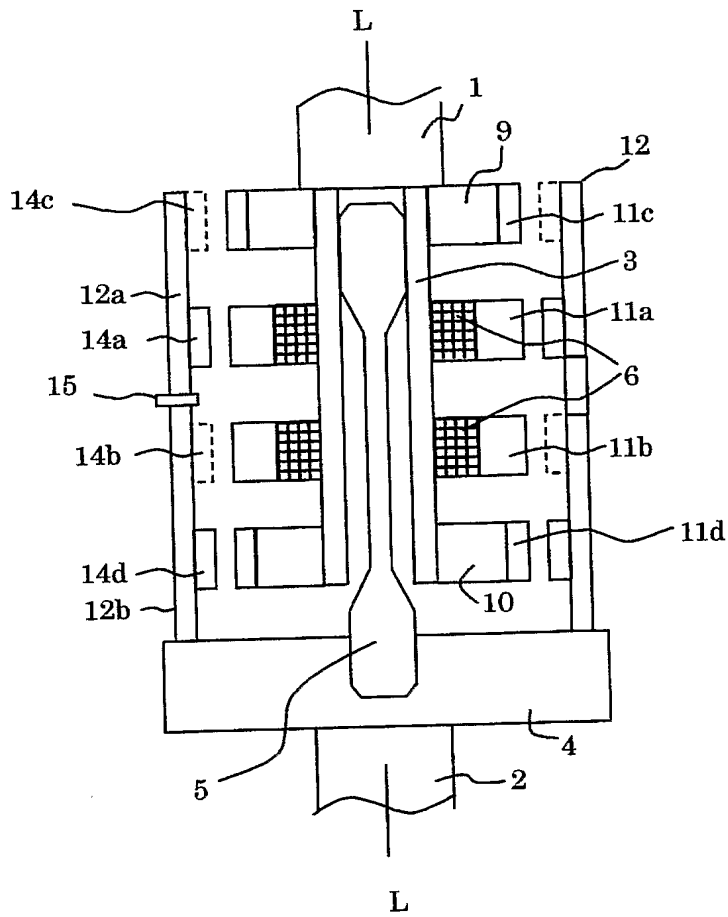
【図 5】



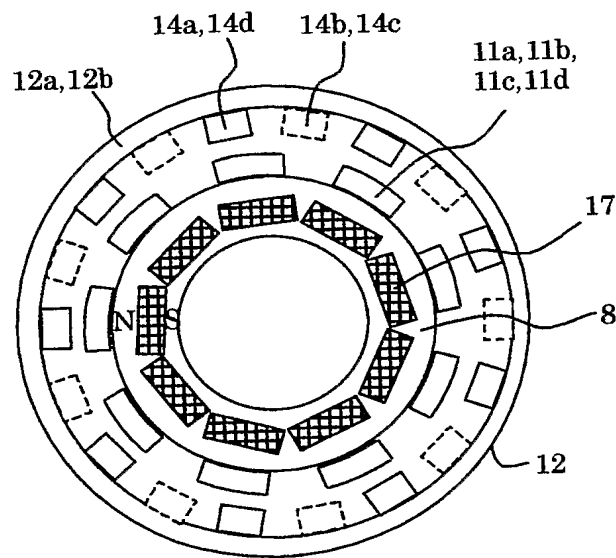
【図 6】



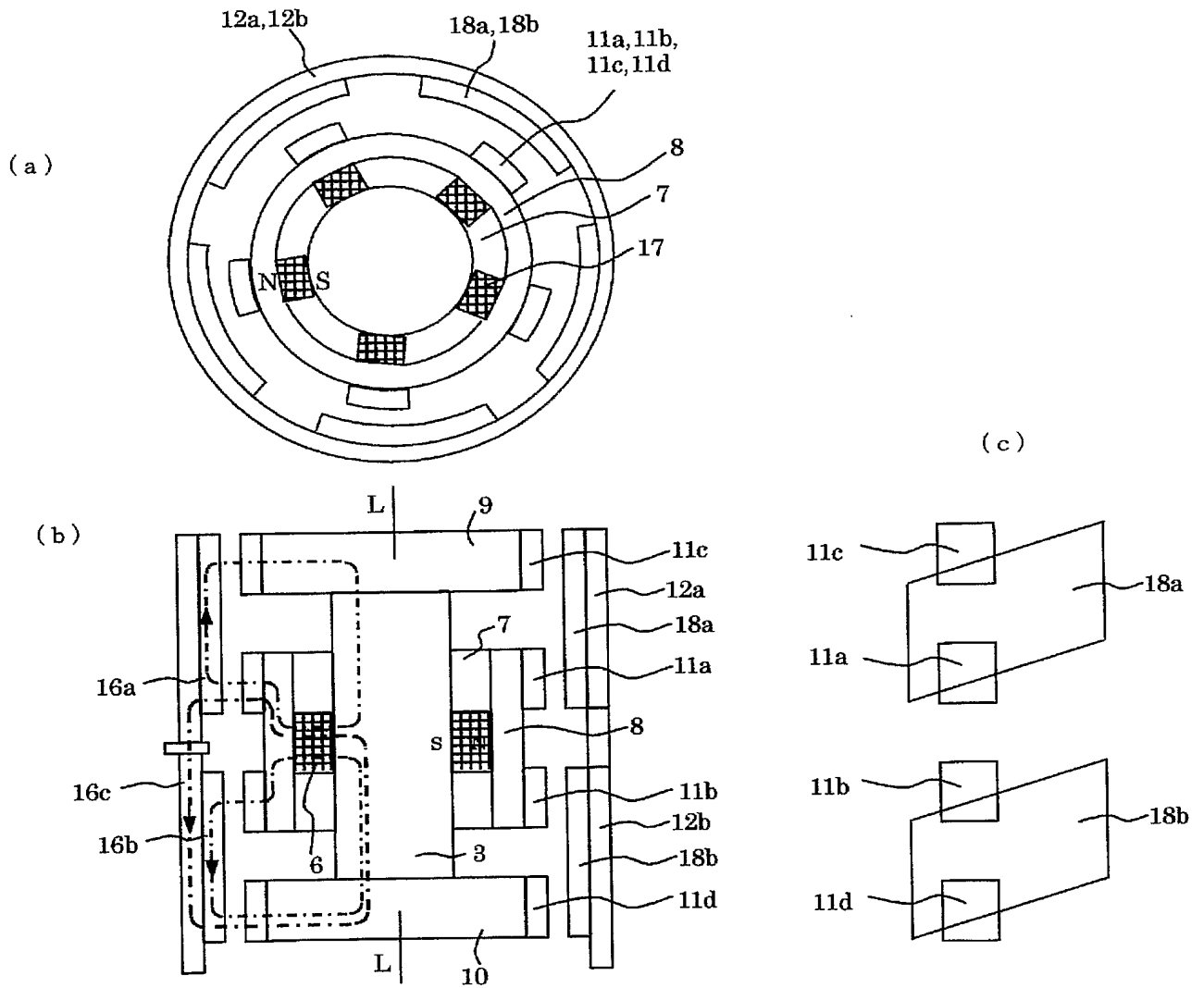
【図 7】



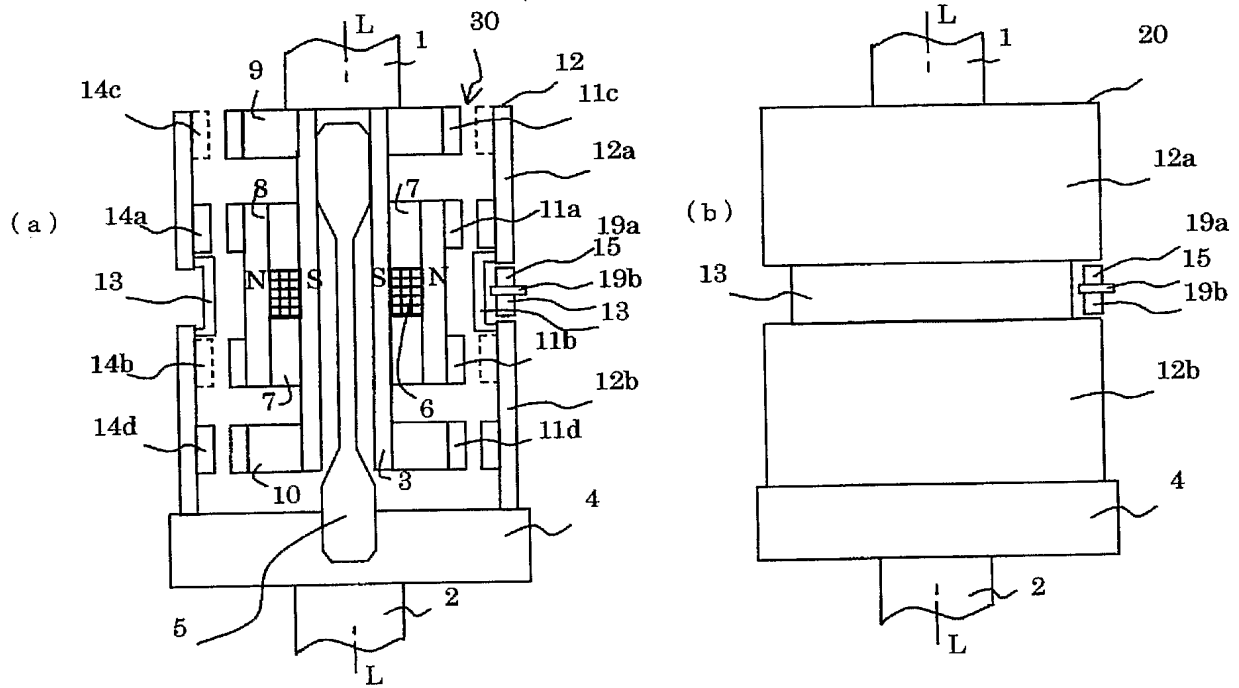
【図 8】



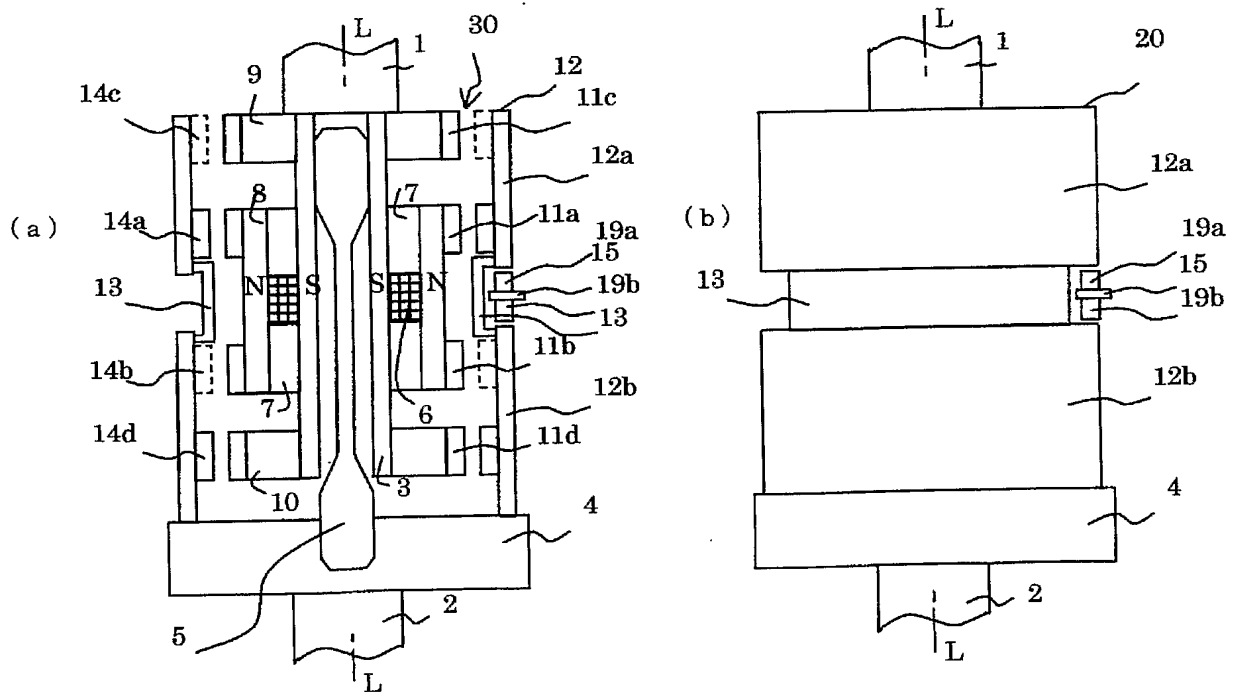
【図 9】



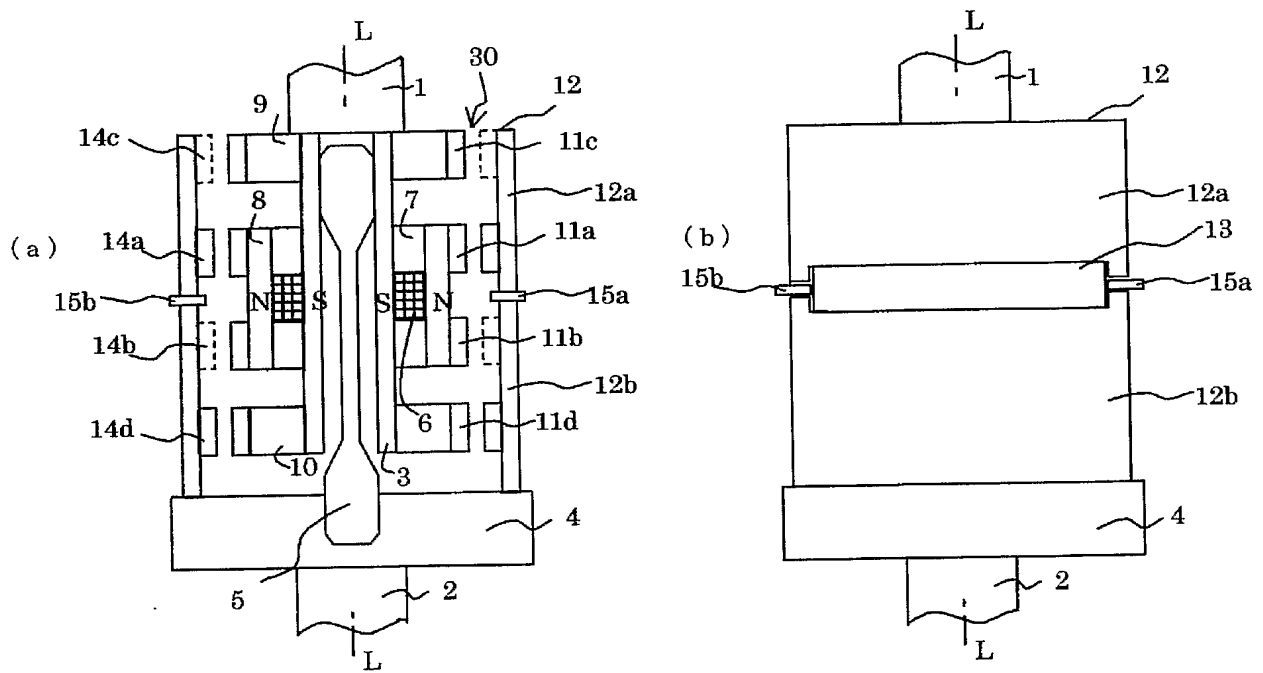
【図 10】



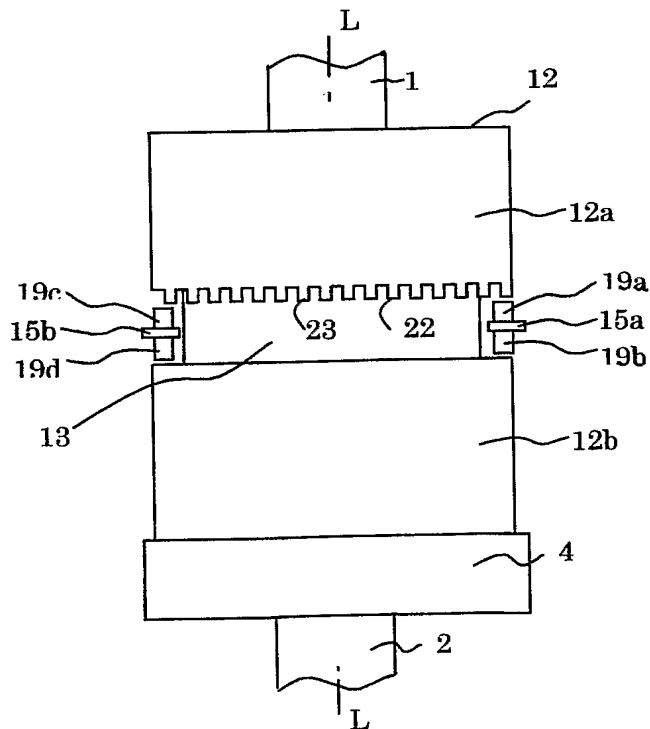
【図 11】



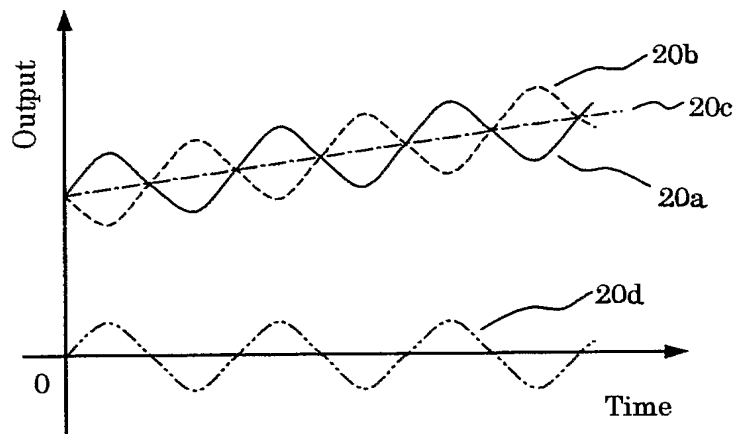
【図 12】



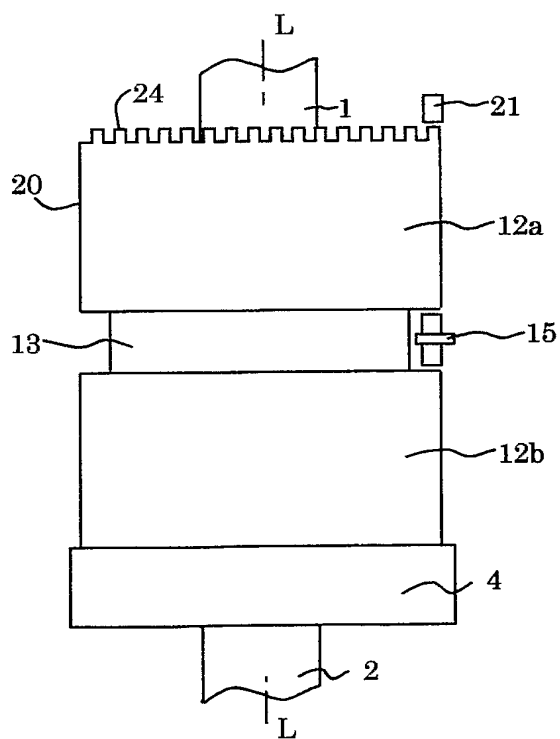
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 バイポーラ型の出力信号を得るとともに、軸の偏心による出力信号への影響を小さくできるトルクセンサを提案する。

【解決手段】 共通軸線 L-L 上に第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 を配置し、これらの第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 とをトーションバー 5 により結合し、第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 との間に与えられる振りトルクを検出するトルクセンサであって、共通軸線 L-L を中心とした径方向に磁場を発生する磁場発生手段 6 と、磁場発生手段 6 から共通軸線 L-L に沿って流れる検出磁束の方向と大きさを第 1 回転軸 1 と第 2 回転軸 2 との相対回転に応じて変化させる磁場変化手段 30 と、検出磁束を検出する磁気センサ 15 とを備え、磁気センサ 15 が、検出磁束の方向に応じて極性が変化し、また検出磁束の大きさに応じて大きさが変化する出力信号を発生することを特徴とする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 7 6 5 9 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名 三菱電機株式会社